

3341

009941966 **Image available**

WPI App No: 1994-209679/199426

Flow control of liq.-gas through loop reactor with honeycomb catalyst enhances reaction control and controlled removal of products - converts synthesised gases into hydrocarbon cpds. and gaseous-liq. products

Patent Assignee: AUF ADLERSHOEFER UMWELTSCHUTZTECHNIK (AUFA-N)

Inventor: STACH H; WINKLER K

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 4243424	A1	19940623	DE 4243424	A	19921216	199426 B

Priority Applications (No Type Date): DE 4243424 A 19921216

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pq Main IPC Filing Notes

DE 4243424 A1 A B01J-010/00

Abstract (Basic): DE 4243424 A

Liq. phase is brought into contact with a gaseous-liq. medium in a process and assembly to control the progress of a reaction within a loop reactor honeycomb body. The novelty is that in this process, effective conversion of gas or vapour is effected on catalytic walls, past which there is a parallel flow of liq., the flow of which is controlled with reference to a consecutively progressing reaction A - B - C; further that this is achieved by virtue of the fact that in a fast version of the pre-reaction A - B the gas-liq. arrival in the catalytic honeycomb is guided through passages with a smaller contact overall area, whereas with a fast post-reaction B - C, the interplay of the three phases takes place on a larger contact surface.

Honeycomb (2,2') bodies of different cross-section are arranged in an axial sequence within the reactor, to fill the column mantle (1) in whole or in part.

USE/ADVANTAGE - Converts synthesised gases into hydrocarbon cpds. and gaseous-liq. products; further, the hydro-refining of petrochemicals, and the treatment of effluent gases prior to discharge into the atmosphere. Reaction components produced such as B and C can be tapped off from the loop reactor in whole or in part at the same rate as that in which they are formed.

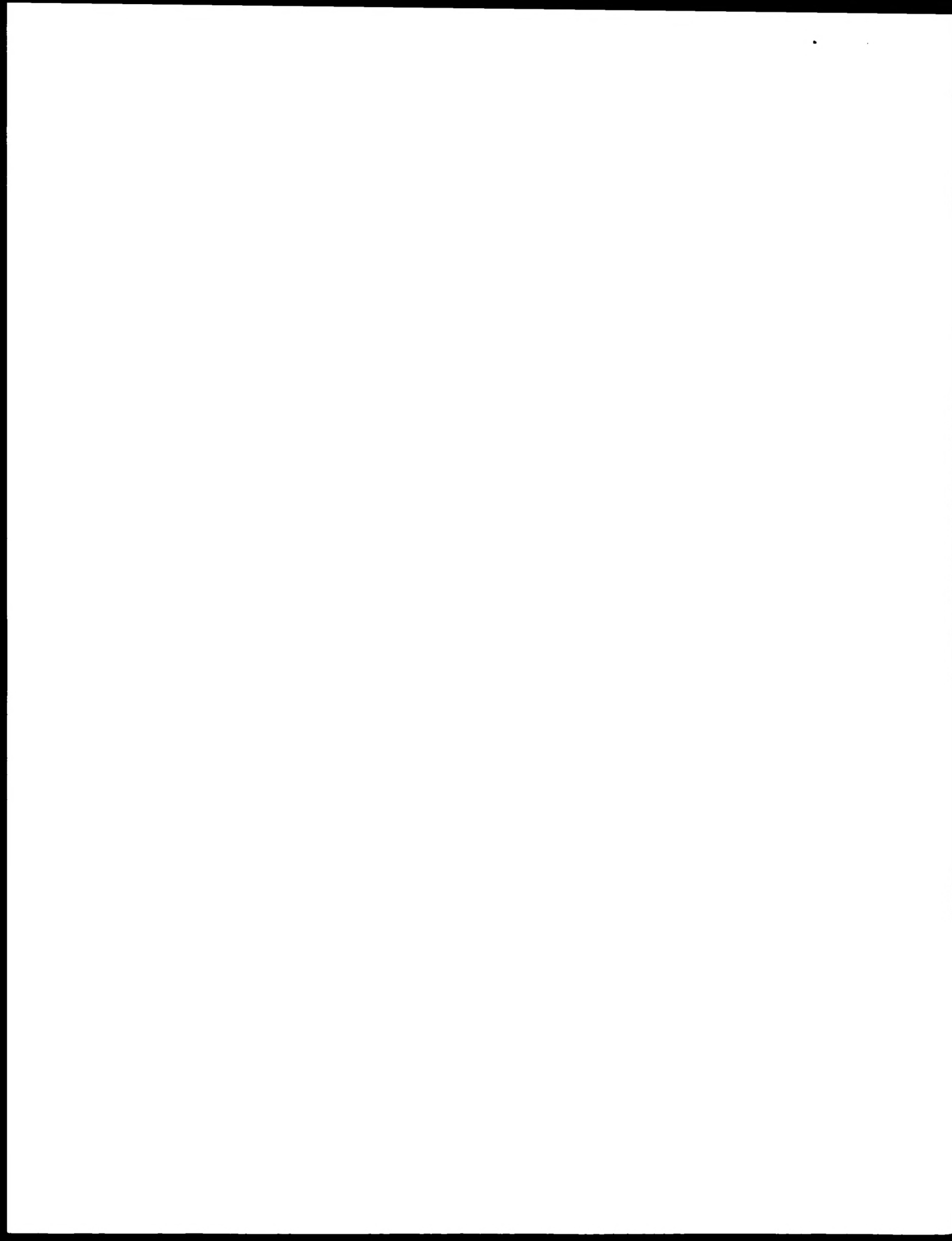
Dwg.1/8

Derwent Class: E19; H04; J04

International Patent Class (Main): B01J-010/00

Derwent WPI (Dialog® File 351): (c) 2001 Derwent Info Ltd. All rights reserved.

© 2001 The Dialog Corporation plc





①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift
①0 DE 42 43 424 A 1

⑤1 Int. Cl.⁵:
B 01 J 10/00
// B 01 D 53/36

②1 Aktenzeichen: P 42 43 424.6
②2 Anmeldetag: 16. 12. 92
④3 Offenlegungstag: 23. 6. 94

DE 42 43 424 A 1

⑦1 Anmelder:
AUF Adlershofer Umweltschutztechnik- und
Forschungsgesellschaft mbH, 12489 Berlin, DE

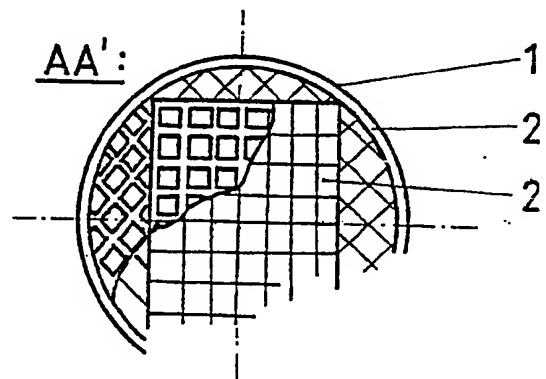
⑦2 Erfinder:
Stach, Helmut, Prof. Dr., O-1190 Berlin, DE; Winkler,
Kurt, Dr., O-1195 Berlin, DE

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Reaktionsführung in Schlaufenreaktoren mit Wabenkörpern

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Reaktionsführung in Schlaufenreaktoren mit Wabenkörpern, wobei eine flüssige Phase mit gasförmig-flüssigen Medien in Kontakt gebracht wird.

Bei dem Verfahren wird die effektive Umsetzung eines Gases oder Dampfes an parallel angeströmten, katalytisch wirkenden Wänden in einer Flüssigkeit durch gezielte Strömungsführung unter Berücksichtigung einer konsekutiv ablaufenden Reaktion $A \rightarrow B \rightarrow C$ dadurch erreicht, daß bei einer schnellen Vorreaktion $A \rightarrow B$ der Gas-Flüssigkeitsaufstrom in katalytisch wirkenden Wabenkörpern durch Kanäle mit einer insgesamt kleineren Kontaktfläche geführt wird, bei einer schnellen Nachreaktion $B \rightarrow C$ hingegen die Wechselwirkung der drei Phasen an einer größeren Kontaktfläche erfolgt.

Anwendungsgebiet ist insbesondere die Umsetzung von Synthesegasen zu Kohlenwasserstoffverbindungen unter Entstehung gasförmig-flüssiger Produkte, die Hydrotaraffination petrochemischer Einsatzstoffe oder die Umweltschutztechnik zur auswaschend-entgiftenden Nachbehandlung von Abgasen.



DE 42 43 424 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 94 408 025/506

6/33

1
Beschreibung

2
 k_1 k_2
A \rightarrow B \rightarrow C

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Reaktionsführung in Schlaufenreaktoren mit Wabenkörpern, wobei eine flüssige Phase mit gasförmig-flüssigen Medien in Kontakt gebracht wird.

Es ist bereits eine Vielzahl von Gas-Flüssigkeits-Reaktoren bekannt, bei denen die Druckenergie eines Gases und/oder der Flüssigkeit in geeigneten Dispergiervorrichtungen dazu genutzt wird, einerseits eine intensive Zerteilung der Phasen zur Erzielung eines effektiven Stoffaustausches zwischen ihnen herbeizuführen und andererseits einen schlaufenförmigen Antrieb der Flüssigkeit, ihre gezielte Rezirkulation im Reaktor, zu bewirken. Zu diesem Ziel werden Leiteinrichtungen im aktiven Reaktorvolumen eingesetzt, die insbesondere die Aufgabe haben, das hydrodynamisch bedingte Verweilzeitspektrum der Phasenanteile dem Zeitablauf von Reaktionsprozessen zwischen Einsatz-, Zwischen- und Zielprodukten zur Erreichung hoher Raum-Zeit-Ausbeuten anzupassen (vgl. W.-D. Deckwer, Reaktionstechnik in Blasensäulen, O. Salle Verlag/Verlag Sauerländer, Frankfurt/Main 1985).

Eine große Zahl dieser Reaktionsprozesse, wie Hydrogenierung, Oxidation und Carbonylierung verlaufen effektiv lediglich an Edelmetallkatalysatoren. Zum Stand der Technik auf dem Gebiet der Katalysatorträger gehören ebenfalls monolithische Wabenkörper, an deren Oberfläche Edelmetallkatalysatoren fixiert sind (vgl. Ch. N. Satterfield, Heterogeneous Catalysis in Practice, McGraw-Hill Book Comp. 1980).

Bei Reaktionen in flüssiger Phase hat der Stofftransport zur katalytisch wirkenden Oberfläche des Trägers hin sowie die Adsorption von Einsatz- oder Zwischenprodukten an dessen aktiven Zentren einen wichtigen Einfluß auf den Stoffumsatz im Reaktor. Mit der Intensivierung dieses Transporteffektes, z. B. durch Erhöhung der Intensität des Kontaktes zwischen Flüssigkeit und Katalysator infolge Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit an der Oberfläche, kann dessen unerwünschter Einfluß, d. h. die Verminderung des Reaktionsumsatzes, eingeschränkt werden. Bei ausreichend schnell ablaufenden Reaktionen ist dabei für einen hohen Umsatz eine nur kurze Laufstrecke des flüssigen bzw. in der Flüssigkeit gelösten Reaktanden an der Katalysatoroberfläche erforderlich, d. h. insgesamt eine kleine Kontaktfläche.

Bei langsameren Reaktionsabläufen wird dagegen eine längere Strecke, verbunden mit einem länger andauernden Kontakt zwischen Reaktand und Katalysator notwendig, also eine größere Kontaktfläche.

Diese Wechselwirkungen zwischen Transport- und Reaktionsschritten werden an katalytisch wirkenden Wabenkörpern in flüssiger Phase noch nicht sicher beherrscht, vor allem, wenn es sich um konsekutiv ablaufende chemische Reaktionen unter Koppelung eines schnellen Reaktionsschrittes mit einem langsamen, z. B. einer Haupt- bzw. Vor- und einer Nachreaktion handelt. Auch der umgekehrte Schritt, die Koppelung einer langsamen mit einer schnellen Reaktion, bedarf einer sorgfältigen Optimierung ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge, um optimale Raum-Zeit-Ausbeuten zu erzielen. Für einen Reaktionsablauf zwischen den Komponenten A, B und C mit den Geschwindigkeitskonstanten k_1 und k_2

5 ist es für unterschiedliche technische Varianten charakteristisch und Stand der Technik, die Reaktionen unspezifisch und unbeeinflusst von k_1 und k_2 (sowohl für eine schnelle Vorreaktion $k_1 > k_2$ als auch eine schnelle Nachreaktion $k_1 < k_2$) in wabenkörpergefüllten Schlaufenreaktoren zu realisieren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur effektiven Umsetzung eines teilweise in der Flüssigkeit gelösten Gases oder Dampfes an parallel angeströmten, katalytisch wirkenden Wänden durch eine gezielte Strömungs- und Reaktionsführung zur Verfügung zu stellen, bei der geometrisch unterschiedliche Wabenkörper so regulär geordnet in einem Reaktor vom Kolonnentyp untergebracht sind, daß bei minimalen Strömungswiderständen ein optimales Verhältnis zwischen zwei konsekutiv ablaufenden Reaktionsschritten eingestellt wird.

Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß in einem Gas-Flüssigkeitsreaktor, in einer alternierenden Abfolge und mit ihren Strömungskanälen vorzugsweise vertikal gerichtet, Wabenkörper so übereinander geschichtet werden, daß durch einen Naturumlauf der Flüssigkeit in Form einer Strömungsschleife, in zeitlicher und örtlicher Folge unterschiedliche Anteile der Wandflächen mit Flüssigkeit und Gas in Berührung kommen und damit einzelne Reaktionsschritte auch unterschiedlich beeinflusst ablaufen können. So wird durch die Schichtung von Wabenkörpern unterschiedlicher Querabmessungen erreicht, daß die Gesamtlänge der Strömungskanäle und damit die Größe der für eine katalytisch beeinflusste Reaktionsführung erforderlichen Kontaktfläche im Aufström- bzw. im Abströmbereich der Schleife voneinander abweichen. Bei einer schnell ablaufenden Reaktion A \rightarrow B, der eine langsamere B \rightarrow C folgt, wird für den ersten Schritt eine insgesamt kleinere Kontaktfläche, für den zweiten eine entsprechend größere Fläche benötigt. Die technische Realisierung in Form einer Vorrichtung erfolgt in einer Schlaufenführung des Gas-Flüssigkeits-Gemisches, die in Wandnähe des Reaktors aufwärts gerichtet ist. Bei einer langsamen Reaktion A \rightarrow B hingegen, an die eine schnelle Reaktion B \rightarrow C anschließt, empfiehlt sich eine umgekehrte Schlaufenführung, nämlich die Verlegung des Aufströmbereiches in den zentralen Teil der geschichteten Wabenkörper, mit der entsprechend größeren Kontaktfläche.

Die Wabenkörper sind zweckmäßig so gestaltet, daß sie — alternierend angeordnet — einerseits den Reaktorquerschnitt ausfüllen, andererseits so Zwischenräume in Nähe der Reaktorwand ausbilden, daß in diesen eine freie konvektive Strömung der Flüssigkeit entsteht. Im Interesse niedriger Strömungswiderstände und optimal hoher Rezirkulationsraten werden die Kanäle der Wabenkörper parallel zur Hauptströmungsrichtung ausgerichtet.

Es können jedoch auch Gruppen von Kanälen alternierend schräg gerichtet sein, geneigt zur Hauptachse des Reaktors hin, oder auch von dieser wegführend, wenn eine größere Rezirkulationsschleife einmal bzw. mehrfach unterteilt werden soll.

Ein Hauptvorteil der Vorrichtung besteht darin, daß entstehende Reaktionskomponenten, wie B und C, teilweise oder gänzlich im Takt ihrer Bildung aus Teilen der

Strömungsschleife abgezogen werden können, so die Komponente B bei einer schnell ablaufenden Reaktion $A \rightarrow B$ im oberen Reaktorteil des in Reaktorwandnähe befindlichen Aufströmbereiches der Außenschleife. Bei einer schnellen Reaktion $B \rightarrow C$ hingegen kann das Produkt C im unteren Teil der abströmenden Schleife abgezogen werden, bzw. auch in mittleren Höhenschnitten des Reaktors aus den freien Räumen zwischen den Wabenkörpern.

Die Größe der Kanalquerschnitte und ihre freie innere Oberfläche bestimmen neben den Durchsätzen für Gas und Flüssigkeit wesentlich die Rezirkulationsgeschwindigkeit innerhalb der Schleife sowie deren Drehsinn. Dabei können zweckmäßig optimale Betriebsbedingungen für die Durchführung konsekutiver Reaktionen eingestellt werden, indem optimale Widerstandsbeiwerte und Flächenanteile in jedem der zwei Schleifenanteile in Abhängigkeit von der jeweiligen Aufgabe für die Reaktionsführung voreingestellt werden.

Beispiele

Die Erfindung wird an Beispielen näher erläutert. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 den erfindungsgemäßen Schleifenreaktor mit Wabenkörpern, mit peripherer Aufströmzone;

Fig. 2 einen Schnitt AA' nach Fig. 1;

Fig. 3 eine Variante nach Fig. 1, mit exzentrischer Aufströmzone;

Fig. 4 einen Schnitt BB' nach Fig. 3;

Fig. 5 + 6 weitere Varianten nach Fig. 1, ohne und mit seitlicher Strömungsauslenkung;

Fig. 7 schematische Darstellung des Reaktors nach Fig. 1, mit Optimierungsparametern;

Fig. 8 Parameter im Optimierungsfeld nach Fig. 7.

In einem Schleifenreaktor mit dem Kolonnenmantel 1 (Fig. 1 bis 5) befinden sich in axial alternierender Folge die Wabenkörper 2 und 2' mit einander parallelen, geraden oder schrägen, einander sich nicht überschneidenden Kanälen. Der Reaktor besitzt Vorrichtungen zur Gasführung 3, 3' und zur Flüssigkeitsführung 4, 4' und ist mit einem Tragrost 5 sowie mit einer Dispergiereinrichtung 6 versehen. Gemäß Fig. 2 ist eine alternierende Anordnung der Wabenkörper 2 mit kreisförmigem Querschnitt mit Wabenkörpern 2' quadratischen Querschnitts zweckmäßig. In anderen Varianten (Fig. 3 und 4) wechseln zylinderförmig begrenzte Wabenkörper 2 mit segmentförmig begrenzten Wabenkörpern 2'. Bei Schleifenreaktoren größeren Durchmessers ist eine schichtweise gepackte Anordnung der Wabenkörper 2, 2' besonders günstig, wobei die Kanäle der Wabenkörper 2' parallel zur Reaktorhauptachse (Fig. 5) oder schräg zu dieser gerichtet (unter einem spitzen Winkel, Fig. 6) verlaufen.

Die Wirkung des erfindungsgemäßen Schleifenreaktors ist wie folgt: Im Falle einer schnellen, durch die Wabenkörper katalysierten Vorreaktion $A \rightarrow B$ ($k_1 > k_2$) erzeugt das Gas über die Gaszuführung (3) bei Vorliegen eines geringeren Strömungswiderstandes durch Aufstieg in den wandnahen Bereichen des Reaktors eine hier aufsteigende Flüssigkeitsströmung (Fig. 1). Die geringere Kontaktfläche in den Kanälen des Wabenkörpers ist für eine ausreichende Zwischenproduktbildung B ausreichend. Anteile von B können im Bereich des Flüssigkeitsspiegels über die Flüssigkeitsführung 4' abgezogen werden. Für die langsamere Nachreaktion $B \rightarrow C$ ($k_1 < k_2$) ist eine größere Kontaktfläche erforderlich, die im zentralen Teil des Reaktors gegeben ist. Das

Endprodukt C wird aus dem Reaktor im unteren Teil entfernt (Abführung nicht eingezeichnet) bzw. teilweise in die Aufströmzone rezirkuliert.

Im Fall einer langsamen Vorreaktion $A \rightarrow B$ mit anschließender schneller Nachreaktion werden die Strömungskanäle über ihre Querschnittsflächen so angepaßt, daß der zentrale Teil des Reaktors kleinere Strömungswiderstände als in der Randzone aufweist. Der Flüssigkeitsaufstrom erfolgt im zentralen Reaktorteil mit der entsprechend größeren, katalytisch wirkenden Kontaktfläche. Wiederum reichert sich B im oberen, C dagegen im unteren Reaktorteil an. Gemäß Fig. 3 wird dieser Effekt in Reaktoren erreicht, die von einer Zylindergeometrie abweichen. Nach Fig. 5 dienen regulär gepackte Wabenkörper 2 und 2' in größeren Reaktoren dem erfinderischen Ziel, wobei sich (über den Reaktorquerschnitt gesehen) mehrere Schleifen ausbilden. Durch unter einem spitzen Winkel zur Reaktorhauptachse schräggestellte Kanäle in einzelnen Wabenkörpern 2' wird erreicht, daß an den dafür vorgesehenen Stellen benachbarte Schleifen miteinander kommunizieren (Fig. 6).

Maßgeblich die Funktionsweise des Schleifenreaktors beeinflussende Parameter zeigen Fig. 7 und Fig. 8.

Darin bedeuten:

VgO — die Gasleerrohrgeschwindigkeit,

Vlz — die Flüssigkeitsrezirkulationsgeschwindigkeit,

H_z — die Höhe der Rezirkulationszone,

D — den Reaktordurchmesser,

ξ , f , ϵ_g — den Widerstandsbeiwert und den Flächenanteil der Wabenkörper, sowie das holdup des Gases, bezogen jeweils auf die Aufströmzone a und die Abströmzone b (vgl. schematische Darstellung in Fig. 7)

$\Delta\rho$ — die absolute Dichtedifferenz zwischen diesen beiden Zonen,

ρ_l — die Flüssigkeitsdichte,

μ — die Durchflußzahl.

Entsprechend der Untersuchung von M. Kraume und P. Zehner, Chemie-Ingenieur-Technik, Heft 4 (1989) "Modellierung der Fluidodynamik in Blasensäulen", wird die Zirkulationsgeschwindigkeit in Schleifenreaktoren ohne Wabenkörper mittels der Beziehung

$$V_{lz} = \sqrt{\frac{2\Delta\rho}{f\xi\rho_l} gD (V_{gO} - \epsilon_g V_{gs})}$$

dargestellt. Durch Minimieren einer zugehörigen Durchflußzahl unter Berücksichtigung von Auf- und Abströmzone (a, b) werden optimale Parameterbeziehungen erhalten, die eine besonders günstige Betriebsweise des Schleifenreaktors mit Wabenkörpern gestatten. Insbesondere gilt $(f_a/f_b)_{opt} = 1,3$ und $(\xi_a/\xi_b)_{opt} = 2$ (Fig. 8).

Bezugszeichenliste

- 1 Kolonnenmantel
- 2, 2' Wabenkörper
- 3, 3' Gasführung
- 4, 4' Flüssigkeitsführung
- 5 Tragrost
- 6 Dispergiervorrichtung
- A, A'; B, B' Schnitte
- a, b Auf- und Abströmzone

VgO Gasleerrohrgeschwindigkeit
 Vlz Flüssigkeitsrezirkulationsgeschwindigkeit
 D Reaktordurchmesser
 Hz Höhe der Rezirkulationszone
 ξ , f, ϵ_g Widerstandsbeiwert und Flächenanteil der Wabenkörper sowie holdup des Gases, bezogen jeweils auf die Aufströmzone a und die Abströmzone b
 Δp absolute Dichtedifferenz zwischen diesen beiden Zonen
 μ Durchflußzahl
 k Geschwindigkeitskonstante
 A, B, C Reaktionskomponenten

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reaktionsführung in Schlaufenreaktoren mit Wabenkörpern, wobei eine flüssige Phase zusammen mit gasförmig-flüssigen Einsatz-, Zwischen- und Zielprodukten durch das Einsatzgas und/oder eine injizierte Flüssigkeit anteilig in Rezirkulationskreisläufen geführt wird, dabei geordnet geschichtete, strukturierte, katalytisch wirkende, Kanäle aufweisende Wabenkörper durchdringt, räumlich getrennte Aufström- und Abströmbereiche ausbildend, zur Durchführung konsekutiv ablaufender Reaktionen vom Typ $A \rightarrow B \rightarrow C$ (mit den zugehörigen Reaktionsgeschwindigkeitskonstanten k_1 und k_2), dadurch gekennzeichnet, daß
 - im Fall einer schnellen Vorreaktion ($A \rightarrow B$, $k_1 > k_2$) der Aufstrom durch erste Kanäle mit einer insgesamt kleineren katalytischen Kontaktfläche und zusätzliche Freiräume geführt wird und der Abstrom durch zweite Kanäle mit einer größeren Kontaktfläche erfolgt, wobei erste und zweite Kanäle in Gruppen zusammengefaßt und räumlich voneinander getrennt sind, und
 - im Fall einer schnellen Nachreaktion ($B \rightarrow C$, $k_1 < k_2$) umgekehrt der Aufstrom durch erste Kanäle mit einer größeren Kontaktfläche erfolgt und für den Abstrom diejenigen Kanäle unter Ergänzung durch zusätzliche Freiräume vorgesehen sind, die insgesamt über die kleinere Kontaktfläche verfügen.
2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einer axial alternierenden Folge Wabenkörper (2) und (2') innerhalb eines Reaktors untergebracht sind, die in ihren Querabmessungen unterschiedliche Größen besitzen und den Kolonnenmantel (1) gänzlich oder teilweise ausfüllen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen dem Kolonnenmantel (1) und den Wabenkörpern (2') Zwischenräume in Form von Freiräumen befinden, die — über die Wabenkörper (2) alternierend — einer oder mehreren parallel zur vertikalen Kolonnenhauptachse verlaufenden gemeinsamen Achsen des Reaktors zugeordnet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen von Wabenkörpern (2') im Vergleich mit den parallel zur Hauptachsrichtung verlaufenden Wabenkörpern (2), zumindest teilweise im Gesamtverbund der Wabenkörper (2) und (2'), anders als parallel verlaufen, dabei vorzugsweise unter einem spitzen Winkel.
5. Vorrichtung nach Anspruch 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Wabenkörper (2) und (2') unter-

schiedliche Kanalabmessungen und unterschiedlich große innere Kontaktflächen besitzen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Wabenkörper (2) und (2'), zumindest für gruppenweise zusammengefaßte, insgesamt jedoch räumlich voneinander getrennte Kanäle unterschiedliche Kanalabmessungen und unterschiedlich große innere Kontaktflächen besitzen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die in unterschiedlichen Strömungszonen, wie der Aufström- (a) und der Abströmzone (b) gelegenen Kanäle der Wabenkörper (2) und (2') Widerstandsbeiwerte ξ und Flächenanteile f besitzen, deren Verhältnisse durch

$$\frac{\xi_a}{\xi_b} = 2 \quad \text{und} \quad \frac{f_a}{f_b} = 1,2$$

festgelegt sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

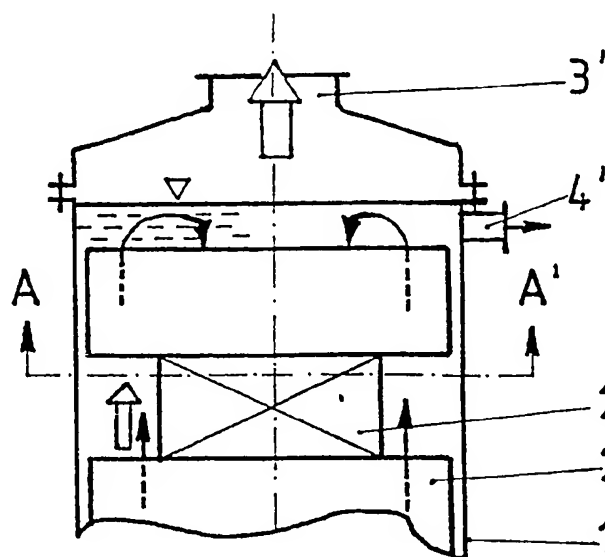


Fig: 1

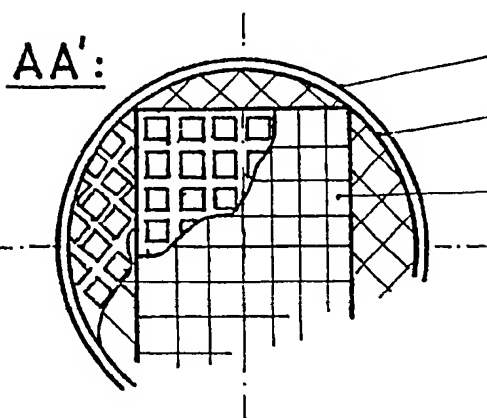


Fig: 2

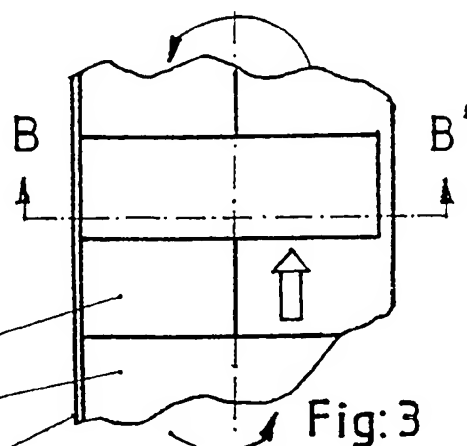


Fig: 3

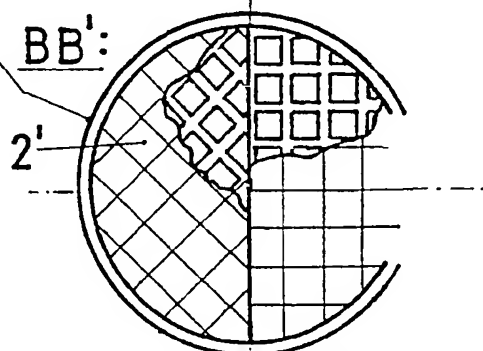


Fig: 4

Fig: 5

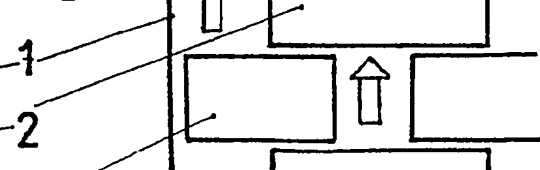


Fig: 6

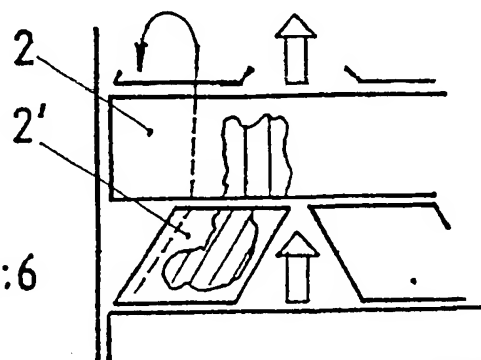


Fig:7

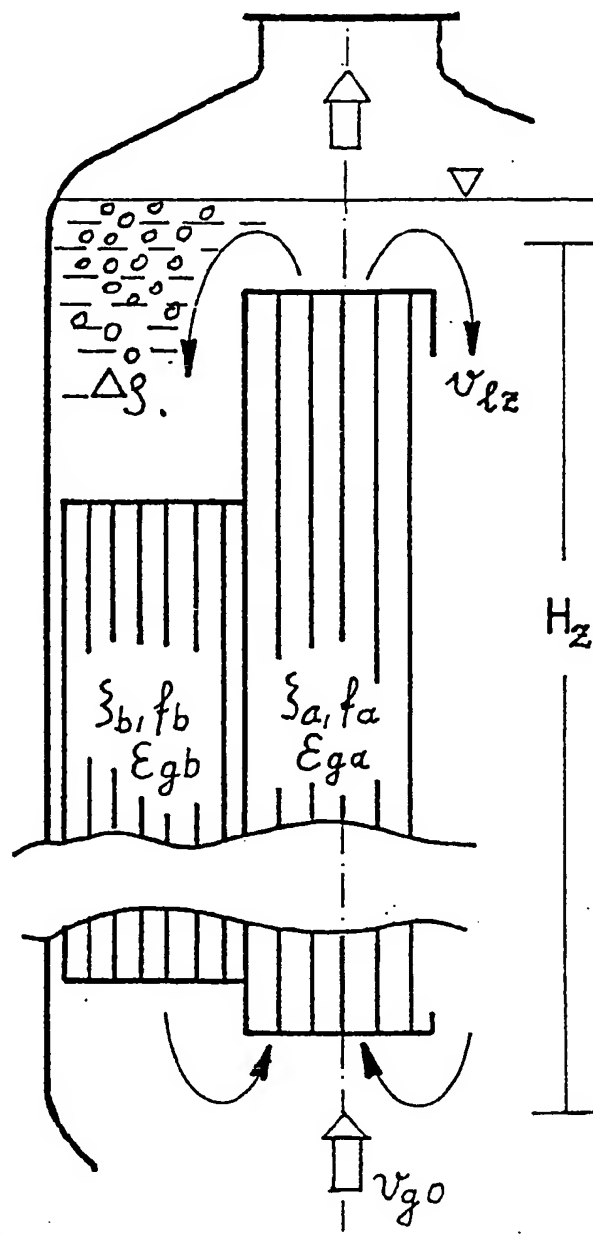


Fig:8

